

Timo Tommila

Varastonohjauksen optimointi,
optimitilauserän ja tilauspisteen laskenta

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Auto- ja kuljetustekniikka
Opinnäytetyö
17.10.2011

Tämä insinöörityo tehtiin Nordic Automotive Services Oy:lle. Haluan kiittää ohjaajiani Simo Pynnöstä ja Seppo Leppästä, joiden arvokkaat neuvot mahdollistivat onnistuneen lopputuloksen. Haluan kiittää myös Kirsi Turusta, sekä kaikkia ystäviäni kannustuksesta ja tuesta.

Helsingissä 21.12.2011

Timo Tommila

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Timo Tommila Varastonohjauksen optimointi, optimitilauserän ja tilauspisteen laskenta 40 sivua + 1 liitettä 17.10.2011
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Logistiikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Seppo Leppänen Varaosalogistikko Simo Pynnönen, Nordic Automotive Services
<p>Tässä työssä jaettiin abc-analyysin avulla luokkiin Nordic Automotive Servicen Oy:n (NAS) markkinoimat varaosat Renault- ja Dacia-automerkkeihin, joiden maahantuoja NAS on. Luokittelun jälkeen lasketaan jokaiselle luokalle optimitilauserä ja tilauspiste päivinä. Tavoitteena on nostaa NAS:n varaosatoimitusten palveluastetta sekä pienentää varastoon sitoutunutta pääomaa.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käsitellään tarvittavia teorioita tavoitteiden saavuttamiseksi, tärkeimpinä EOQ-kaava sekä abc-analyysi. Myös varaston tilauspisteohjauksen teoria havaittiin hyödylliseksi.</p> <p>Työn empiirisessä osuudessa esitellään abc-analyysin tulokset. Tulokset ovat odotettuja ja käyttäytyvät Pareton teorian mukaan, tosin a-luokan tuotteita oli vähemmän kuin odotettiin. Abc-analyysi tehtiin sekä kappalemääräisen että euromääräisen myynnin mukaan.</p> <p>Kun luokittelu oli tehty, laskettiin optimitilauserä jokaiselle luokalle EOQ-kaavaa käyttäen. Lisäksi laskettiin tilauspisteet kaikille luokille.</p> <p>Abc-analyysin tulokset ovat järkeenkäyvät ja niistä on hyötyä tuotteiden luokittelussa, tosin NAS:n varaston ohjausjärjestelmä pystyy tekemään abc-analyysin sen myynnin perusteella mitä on myyty marraskuun 2010 jälkeen. Optimitilauseriä voidaan hyödyntää sellaisenaan NAS:n varastonohjauksessa.</p> <p>Laskettuihin tilauspisteisiin tulee suhtautua varauksella, sillä käytännön esimerkkien avulla huomattiin että laskelmien tulokset eivät olleet tarkoituksen mukaisia. Tilauspisteiden määrittämisessä tulisi NAS:n tapauksessa luottaa omaan ammattitaitoon, sillä yleisillä laskentatavoilla on suuren myyntivaihtelun vuoksi erittäin hankalaa määrittää tilauspisteitä.</p>	
Avainsanat	Varastonohjaus, abc-analyysi, EOQ-kaava, tilauspiste

Author(s) Title Number of Pages Date	Timo Tommila Optimization of Stock Management, Calculation of Economical Order Quantity and Optimal Order Point 40pages + 1 appendices 12 December 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Logistics
Instructor(s)	Seppo Leppänen, Lecturer Simo Pynnönen, Spare Part Logistician, Nordic Automotive Services
<p>The aim of this thesis was to classify all the spare parts that Nordic Automotive Services LLC (NAS) imports for Renault and Dacia vehicles. The work was carried out by doing abc-analysis. After classifying the products, economical order quantity and optimal order point were calculated for each class. They were calculated as days. The objective was to reduce the amount of capital held in the stock and to produce a higher service level.</p> <p>In the theoretical part of the work some important theories for the work are introduced mainly focusing in EOQ-formula and abc-analysis. Also some theories about order point stock management are introduced.</p> <p>The empirical part of the work introduces the results of the abc-analysis. The results conduct as expected, by the theory of Pareto. However, there are less A-class products than expected. The analysis was carried out in two ways, as a piece-sale analysis and as Euro-amount-sale analysis.</p> <p>After the classification, economical order quantity was calculated for each class. Also the order point was also calculated for each class.</p> <p>The results of the abc-analysis are reasonable and can be used to classify the products although the stock management program of NAS can also do abc-analysis based on the sale after November 2010. Calculated economical order quantities can be used for stock management the way as they are.</p> <p>Order points must be used with care because practical experiences show that they are not totally valid. When defining order points at NAS one should use his/her professional experience, since it is very difficult to find reasonable order points with known calculation formulas.</p>	
Keywords	Stock management, abc-analysis, EOQ-formula, order point

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Varastonohjaus	2
2.1	Aktiivivarasto	2
2.2	Varmuusvarasto	2
3	Varaston optimointi	3
3.1	Huonon varastonhallinnan aiheuttamat ongelmat	3
3.2	Varaston tehostaminen	3
4	Abc-analyysi	4
4.1	Luokittelu	4
4.2	80/20-sääntö	4
4.3	Abc-analyysin vaiheet	6
4.4	Euromääräisen myynnin abc-analyysi	6
4.5	Kappalemyyntipohjainen analyysi	7
4.6	Yhdistetty analyysi	7
5	Optimitilauserä koko	7
5.1	EOQ-kaava	7
5.2	EOQ-kaava Jouni Sakin mukaan	9
6	Optimitilauuspiste	10
6.1	Tilauspiste	10
6.2	Tilauspisteen määrittäminen	11
6.2.1	Varmuusvarasto: laskentatapa 1	11
6.2.2	Varmuusvarasto: laskentatapa 2	12
6.2.3	Tilauspisteen laskentatavat	12
7	Työn tilaajajäritys	13
7.1	Nordic Automotive Services Oy	14
7.2	Renault ja Dacia henkilö- ja tavara-autojen varaosatilaukset ja niiden toimitus	14
7.3	Erilaiset tilaustavat	15

7.4	NAS:n varaston ohjaus	18
	Proteus varastonhallintaohjelma	19
8	Abc-analyysi NAS:n varaosavarastosta	19
8.1	Työssä käytetty lähdeaineisto	19
8.2	Euromääräinen analyysi	20
8.3	Kappalemääräinen analyysi	21
8.4	Yhdistetty analyysi	23
9	Optimitilauserän laskenta	24
9.1	EOQ laskenta ja sen tulokset	24
9.2	Tilauserän vaikutus kokonaiskustannuksiin	25
10	Varmuusvarasto	27
10.1	Varmuusvaraston määrittäminen kaavalla 7	27
10.2	Varmuusvaraston määrittäminen kaavalla 8	29
11	Tilauspiste	31
11.1	Tilauspisteiden laskeminen kaavalla 9	31
11.2	Tilauspisteiden laskeminen kaavalla 10	33
12	Laskelmien soveltaminen käytäntöön	35
13	Kausiluonteiset tuotteet	36
14	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. 50 myydyintä tuotetta ja niiden myynti 02.2010–01.2011	

1 Johdanto

Tutkimus tehdään Nordic Automotive Services Oy:lle (NAS) joka on Suomen Renault- ja Dacia-automerkkien maahantuoja.

Tarkoituksena on optimoida Renaultin ja Dacian varaosavarastoa. Pääoma pitäisi saada mahdollisimman pieneksi mutta samalla palvelutason pitäisi olla riittävällä tasolla. Tähän vaikuttavat oleellisesti tuotteiden tilauspisteet, varmuusvarastot, tilauseräkoot ja niiden optimointi. Näiden laskemiseksi on kehitetty monia erilaisia kaavoja ja menetelmiä. Tarkoitus on tutkia eri menetelmiä ja valita tarkoitukseen parhaiten sopivat.

Tarve tutkimukselle syntyi, kun Nordic Automotive Services Oy aloitti Renault- ja Dacia-autojen sekä varaosien maahantuonnin. Osa tiedoista jäi edellisen maahantuojan käsiin, eikä abc-analyysia pystytty tekemään suoraan tietokoneohjelmilla. Myös varasto ja sen hallinta muuttui. Syntyi tarve tarkastella varaosien myyntiä ja niiden varastoimista.

Tämän kaltaiset tutkimukset ovat nykyaikaisessa liiketoiminnassa yleistyneet sillä jokainen yritys haluaa minimoida varastoihin sitoutuneen pääoman.

Tutkimus aloitetaan tekemällä abc-analyysi varastojen tuotteille. Luokittelun perusteella tuotteille valitaan tavoitellut palveluasteet, mikä vaikuttaa laskettaviin arvoihin. Laskettavat arvot ovat siis tilauspiste, varmuusvarasto ja tilauserä koko. Menetelmät ovat tuttuja logistiikan ammattilaisille, ja tarkoituksena on käyttää jo hyväksi koettuja menetelmiä, kuten tilauseräkoon laskemiseen tarkoitettua EOQ-kaavaa.

Menetelmien tehokkuus tarkistetaan tutkimalla yksittäisten tuotteiden toteutunutta historiaa ja sitä miten lasketut arvot olisivat myyntihistoriassa toimineet. Abc-analyysissä A-luokkaan sijoittuneet tuotteet ovat erikoistarkastelussa.

Perimmäisenä tarkoituksena on päästä loogisiin tuloksiin, joiden pohjalta voidaan antaa kehittämisohjeita Nordic Automotive Services Oy:n varaosalogistiikasta vastaaville.

2 Varastonohjaus

Varastojen ohjauksen ja valvonnan avulla tapahtuva materiaalin ohjaus on eräs logistiikan perusajattelutavoista. Varastointi on logistinen ratkaisu tuotteille, joiden kysyntää ei voida ennakoida tarkasti kysynnän sesonkiluoteisuuden tai satunnaisuuden takia. (Karrus 2001: 34.)

Logistinen käsite varasto jaetaan usein aktiivivarastoksi ja varmuusvarastoksi. Aktiivivarasto on se osuus varastoidusta määrästä, joka suurella varmuudella siirtyy ketjun seuraavalle jäsenelle poistuen omasta varastosta. Varmuusvarasto liikkuu hitaammin ja on tarkoitettu kysynnän vaihtelun tuomaan tarpeeseen. (Karrus 2001: 36.)

2.1 Aktiivivarasto

Aktiivivarasto on varastossa oleva tavaramäärä varmuusvaraston lisäksi. Aktiivivaraston kokoon vaikuttaa ainoastaan täydennyserien koko. Aktiivivaraston arvo on sitä pienempi mitä useammin varastoa täydennetään ja mitä pienempiä ovat ostoerät. Tällöin varastoon sitoutuu vähemmän pääomaa, mutta toisaalta pienistä eristä ja tiheästä tilaustahdistista koituu enemmän logistisia kuluja. Jotta sopiva ostoerä voidaan määritellä, tulee tiedossa olla varastoimisen ja ostamisen kulut. (Sakki 2009: 116.)

2.2 Varmuusvarasto

Varmuusvaraston käsitettä tarvitaan tilausajankohtaa määriteltäessä. Varmuusvarasto on tarpeen aina kun tulevaa menekkiä ei tunneta etukäteen. Varmuusvarasto muodostaa puskurin, josta voidaan ottaa kysynnän äkkiä noustua tai toimituksen viivästyttyä. Jos aina olisi tiedossa, paljonko tavaraa toimitusajan aikana tullaan tarvitsemaan ja kaikki lähetykset saapuisivat juuri luvattuna hetkenä, ei varmuusvarastoja tarvittaisi. (Sakki 2009: 121.)

3 Varaston optimointi

Tässä luvussa käsitellään varaston optimointia ja sen vaikutusta varastohallintaan. Lisäksi kerrotaan ongelmista joita puutteellinen varastohallinta aiheuttaa.

3.1 Huonon varastohallinnan aiheuttamat ongelmat

Varastohallintaa kehitettäessä on tärkeintä ensin määrittää ongelma-alueet, jotta ratkaisuja varastontehostamiseen löydettäisiin. Huono varastohallinta voi aiheuttaa mm. seuraavia ongelmia:

- jälkitoimitusten lukumäärä kasvaa
- varastointikustannukset kasvavat
- asiakastytyvyisyys laskee
- peruutettujen tilausten määrä kasvaa
- varastotilasta on pulaa
- varaston kiertonopeus vaihtelee voimakkaasti
- vanhaksi jääneiden tuotteiden määrä kasvaa

(Suomen kuljetusopas, varastohallinnan kehittäminen 2009.)

3.2 Varaston tehostaminen

Seuraavilla toiminnoilla voidaan useimmissa tapauksissa tehostaa varaston toimintaa:

- moniportainen varastonsuunnittelu (abc-analyysi)
- läpimenoaika-analyysit
- toimitusaika-analyysit
- luopuminen matalan kiertonopeuden ja nopeasti vanhenevista tuotteista
- pakkauskoon analysointi
- varaston täyttöasteen säännöllinen mittaaminen ja seuranta
- asiakastarpeiden kartoitus
- myyntisuunnitelmien tekeminen

(Suomen kuljetusopas, varastohallinnan kehittäminen 2009).

4 Abc-analyysi

Tässä luvussa kerrotaan yleisesti abc-analyysistä sekä siihen liittyvistä teorioista.

4.1 Luokittelu

Abc-analyysi on luokittelua. Tarkoitus on luokitella varastoitavat nimikkeet tärkeyden mukaan. Tavarakaupassa tuotevalikoima kattaa helposti tuhansia nimikkeitä, myös tavarantoimittajia ja asiakkaita on paljon. Sopivalla luokituksella voidaan havaita erilaiset osat, joista kokonaisuus koostuu. Tarkoituksena on löytää poikkeamat ja oleelliset asiat, joita pelkillä keskiarvolaskelmilla ei välttämättä löydettäisi.

Abc-analyysillä kuvataan menekin ja tuotteiden lukumäärien epäsuhtaa. Pieni osa tuotteista kattaa suuren osan myynnistä tai valuutan kulutuksesta kun taas pienen volyymin tuotteet saattavat aiheuttaa paljon työtä suhteessa niiden tuottamaan myyntivoittoon.

Kohdistettaessa tilaus-toimitusketjun kulut tuotteille ja niitä ostaneille asiakkaille, huomataan, että sekä pienen volyymin tuotteet että asiakkaat ovat heikosti kannattavia. C- ja D-ryhmät kattavat pienen osan bruttomyynnistä, mutta aiheuttavat paljon työtä, minkä takia ne ovat usein tappiollisia.

Pienenkin volyymin tuotteet C ja D voivat olla tärkeitä asiakkaille. Luokittelu auttaa ymmärtämään, että materiaalin ohjausta, tuotehinnoittelua ja asiakaspalvelua pitäisi kehittää eri luokissa eri tavoin. Luokittelu on varastoon ostettavien tuotteiden suunnittelussa ja asiakkaiden segmentoinnissa tärkeä apuväline. (Sakki 2009: 89–90.)

4.2 80/20-sääntö

Luokitteluista tunnetuin on 80/20-sääntöön perustuva luokittelu. Sen kehitti 1848–1923 elänyt kansantaloustieteilijä ja insinööri Vilfredo Pareto. Sääntö tunnetaan myös nimellä Pareton periaate. Pareto tutki 1800-luvulla Englannissa varallisuuden jakautumista ja huomasi, että 20 % ihmisistä omisti 80 % varallisuudesta. Tietenkään tulos ei ollut

näin tarkka mutta lähellä tätä ja oleellista oli, että tulot ja varallisuus olivat jakautuneet hyvin epätasaisesti. (Anderson 2006: 141–142.)

Tutkitusti kaikissa yrityksissä joissa on varastoitua tavaraa, voidaan todeta Pareton teorian mukainen jakauma. Kun lasketaan tuotenimikkeiden myynti- tai kulutuslukuja esimerkiksi vuoden ajalta.

Pareton 80/20 periaatteella voidaan selvittää esimerkiksi että

- 80 % tuotteista tuottaa vain 20 % liikevaihdosta
- 20 % tuotteista tuo 80 % tuloksesta
- 80 % myyntitapahtumista ja asiakkaista tuo 20 % myynnistä
- 80 % puutteista toimituksissa aiheutuu 20 % tuotteista
- 20 % tuotteista täyttää 80 % varastoista

Kirjaimellisesti ei näitä prosenttilukuja tule ottaa vaan ne ovat suuntaa antavia, tärkeintä on ymmärtää että suhde ei ole 50/50 vaan lähempänä suhdetta 80/20. (Sakki 2009: 90–91.)

80/20-sääntö voidaan myös ymmärtää väärin. Suhde ei ole juuri koskaan tasan 80/20. Esimerkiksi suurissa tuotevalikoimissa suhde on usein lähempänä lukuja 80/10, eli jo 10 % tuotteista riittää tuottamaan 80 % myynnistä. Toisaalta suhdeluku 80/20 voi antaa sen kuvan, että lukujen summan olisi tarkoitus olla aina 100 %. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, koska kyseiset osuudet lasketaan eri asioista. Se, että (esimerkiksi) suhde 80/20 olisi voimassa jossakin tilanteessa, ei sulje pois muita rinnakkaisia suhdelukuja. Esimerkiksi yhtä hyvin voitaisiin sanoa, että 30 % tuotteista tuottaa 95 % myynnistä. Tämä ei ole millään tavoin ristiriidassa 80/20-suhteen kanssa, mutta toisaalta 95/30-suhdetta ei voida myöskään päätellä 80/20:n perusteella. Lisäksi suhteessa voidaan verrata keskenään asioita, joilla ei ole loogista yhteyttä, tai suhdetta voidaan käyttää kuvaamaan ilmiöitä, joiden kuvaamiseen se ei sovi. (Anderson 2006: 146–148.)

Yleisimmät väärinymmärrykset tulisi pitää mielessä luokitteluja tarkastellessa, jotta ei itse sortuisi näihin virheisiin. Ydinsanoma Pareton periaatteessa on, että myynnin ja

myyntikatteen kannalta enemmistö tuotteista on turhia. Kuitenkin on tärkeää tutkia kuinka paljon näillä tuotteilla on lopulta merkitystä. (Anderson 2006: 146–148.)

4.3 Abc-analyysin vaiheet

Abc-analyysi muodostuu seuraavista vaiheista:

1. Nimikkeiden järjestäminen kulutuksen rahamääräisen arvon (tai muun perusteen) mukaiseen suuruusjärjestykseen
2. Nimikkeiden prosenttiosuuksien laskeminen kokonaiskulutuksesta
3. Nimikkeiden myyntiosuuksien kumulatiivisten osuuksien laskeminen rahassa ja prosenttiosuutena
4. Abc-käyrän piirtäminen, jossa vaaka-akselina ovat yksittäiset nimikkeet myynnin mukaisessa järjestyksessä ja pystyakselina on kumulatiivinen prosenttiosuus
5. Luokkarajojen asettaminen ja ohjausperiaatteiden suunnittelu

4.4 Euromääräisen myynnin abc-analyysi

Abc-analyysi on keino seurata Pareton säännön toteutumista. Pohjana on 80/20 sääntö mutta käytännössä luokkia on useampia. Kuvataan esimerkki jossa luokkia on viisi, yksi luokista on poikkeusluokka jonka tuotteilla ei ole ollut tapahtumia tietyllä ajanjaksolla kun taas muut ovat aktiivisia luokkia.

Esimerkki luokittelusta:

- A-tuotteet = 50 % myynnistä tai kulutuksesta
- B-tuotteet = 30 % myynnistä tai kulutuksesta
- C-tuotteet = 18 % myynnistä tai kulutuksesta
- D-tuotteet = 2 % myynnistä tai kulutuksesta
- E-tuotteet = ei myyntiä tai kulutusta

Euromääräisen kulutuksen tai myynnin sijasta tuotteita voi luokitella myös liikeluokituksen tai myyntikatteen perusteella. Toimintolaskennalla pystytään selvittämään liikeluokituksen tai myyntikatteen perusteella. Toimintolaskennalla pystytään selvittämään liikeluokituksen tai myyntikatteen perusteella. Jos kyse on varaosista, ajanjakson on hyvä olla pidempi kuin vuosi johtuen varaosien vaihtelevasta menekistä. Joissain tapauksissa on hyvä tehdä abc-analyysi eri tavalla esimerkiksi myydyt kappaleet tai kilojen perusteella. Näin voi toimia vaikkapa rengasliikkeissä tai raaka-

ainetukuissa. Usein myyntiyksiköt on helpompi laskea kuin euromääräinen myynti. Tärkeää abc-analyysissä on, että ei luokitella tuoteryhmiä vaan nimenomaan yksittäisiä tuotteita. Tarkoitus on parantaa käsitystä siitä miten materiaalin ohjausta tulee kehittää ja mihin resursseja käyttää. Kun on saatu aikaiseksi muutama abc-luokka ja verrataan ryhmiä keskenään, saadaan nopeasti selville yksityiskohtia. (Sakki 2009: 91.)

4.5 Kappalemyyntipohjainen analyysi

Analyysissä luokitellaan tuotteet myynnin tai kulutuksen tapahtumamäärien perusteella. Muilla tavoin analyysi tehdään samoin kuin euromääräisessä analyysissä mutta lähde aineisto vain on eri. Kappalemääräinen ja euromääräinen myyntianalyysi täydentävät toisiaan. (Sakki 2009: 96)

4.6 Yhdistetty analyysi

Yhdistetyssä analyysissä yhdistetään abc-analyysit euromääräisestä ja kappalemääräisestä myynnistä. Tällainen luokitus on hyvä sekä myynnin että hankintojen suunnittelua varten. Tuotteet, jotka ovat samalla AB-tuotteita molemmissa analyyseissa, ovat erilailla tärkeitä kuin tuotteet jotka ovat CD-luokissa. (Sakki 2009: 97.)

5 Optimitilauserä koko

Tässä luvussa kerrotaan optimitilauserän vaikutuksesta varastoon ja sen laskemisesta.

5.1 EOQ-kaava

Ford Harris kehitti vuonna 1915 tilauseräkoon optimointikaavan, joka tuli laajalti tunnetuksi R. H. Wilsonin saatua julkisuuteen sitä käsittelevän oman artikkelinsa Harvard Business Review:ssä vuonna 1934. Wilsonin kaavana tunnettu nk. EOQ-kaava (Economic Order Quantity, taloudellinen tilauserä) optimoi tilauserän koon perustuen toimituserään liittyviin tilaus-toimituskustannuksiin ja yksikkökohtaisiin varastointikustannuksiin. Kaavan perusoletuksena ovat tasainen kysyntä tai kulutus ja muuttumattomat kustannustekijät. Kaava on sinänsä hyvin yksinkertainen johtaa, varsinkin jos oletetaan että puutteita ei lainkaan sallita. (Karrus 2001: 38.)

Tarvittavat tekijät ovat

D	kysyntä, kpl/vuosi
C_o	tilaus-toimituskustannus, €/erä
C_h	varastointikustannus, €/kpl ja vuosi
EOQ	Economic Order Quantity, taloudellinen tilauserä, kpl

Vuosikustannus TC on koko vuoden varastointi- ja täydennyskustannuksen summana seuraava:

$$TC = C_h \times \frac{EOQ}{2} + C_o \times \frac{D}{EOQ} \quad (1)$$

Tällöin tilausväli on D/EOQ ja keskivarasto puolestaan on $EOQ/2$. Derivoimalla EOQ:n suhteen saadaan EOQ ratkaistua:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \quad (2)$$

Varastointikustannus C_h voidaan edellisessä kaavassa korvata nimikkeen yksikkökustannuksen ja varastoinnin pääomakustannuksen tulolla tai sitä voidaan laajentaa sekä U- että P-tekijöihin.

U	yksikkökustannus, €/kpl
P	pääomakustannus, % /vuosi

Näin saatavat vaihtoehtoiset EOQ-kaavat ovat muotoa

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DC_o}{UP}} \quad (3) \quad \text{tai} \quad = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h+UP}} \quad (4)$$

(Karrus 2001: 38–39.)

Optimiestoera päivinä

Optimiestoera päivinä voidaan laskea yksinkertaisesti jakamalla kysyntä D optimiestoerällä EOQ, josta tulokseksi saadaan tilauksien määrä vuodessa. Tällä luvulla jaetaan vuosi päivinä (365) ja saadaan tilausmäärä päivinä.

$$EOQ_d = \frac{365}{\left(\frac{D}{EOQ}\right)} \quad (5)$$

(Karrus 2001: 38–39.)

5.2 EOQ-kaava Jouni Sakin mukaan

Jouni Sakki määrittelee EOQ-kaavan hieman eri tavalla.

D	arvio vuosimenekistä, kpl
TK	toimituserän kustannus, €
H	tuotteen yksikköhinta, €
VK	varastoinninkustannus vuodessa, %

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot TK}{H \cdot VK}} \quad (6)$$

Varastoinninkustannus on ilmaistu prosentteina suhteessa varaston arvoon. Varastoinninkustannukset jaetaan varaston arvolla.

Käytännössä kaavan antama optimierä on aina likiarvo, sillä kaavassa käytettävät menekki ja kustannukset ovat joko arvioita tai keskiarvoja. (Sakki 2009: 116.)

EOQ-kaava ei ole ongelmaton eikä täydellinen. Todellisuudessa kysyntä harvoin on tasaista, eikä siinä käytetty oletus tilaus- ja varastointikustannusten vakiosuuruudesta useimmiten vastaa todellisuutta. Harvalla yrityksellä on todellisuudessa tarkkaa kuvaa näistä kustannuksista. EOQ-malli jättää myös joitakin merkittäviä eräkokoon vaikuttavia tekijöitä huomioimatta. Wilsonin kaava antaa kuitenkin hyvän pika-arvion taloudellisesta eräkoosta, mikäli perusluvut ovat selvillä ja kysyntä on suhteellisen tasaista. (Karrus 2001: 41.)

6 Optimitilauspiste

Tässä luvussa käsitellään varaston ohjausta tilauspistemenetelmällä sekä tapoja tilauspisteiden määrittämiseen.

6.1 Tilauspiste

Tilauspisteellä tarkoitetaan ennakkoon määriteltä varastomäärää, jonka alittuessa kyseistä tuotetta ehditään normaalin toimitusajan puitteissa hankkia lisää. Jos kaikki menee suunnitelmien mukaan, on varastossa toimituksen saapumishetkelläkin tavaraa vielä varmuusvaraston verran. Jos taas tuotteiden menekki on toimitusaikana odotettua suurempi, turvataan toimituskyky varmuusvaraston avulla. (Sakki 2009: 123.)

Tilauspistemallit, joissa täydennystilauksen määrää nimikkeelle ennalta määrätyn varastomäärän saavuttaminen tai alittuminen, mukautuvat EOQ-mallia paremmin käytännössä väistämättömään kysynnän epävarmuuteen. Tilauspistemenetelmän tehokkuus syntyy ensisijaisesti tilaushetken ja sen kautta täydennyshetken ajantasaisesta määrittämisestä. Tilauspistemallin ytimen muodostaa hälytysraja eli tilauspiste. EOQ-malli voidaan myös yhdistää tilauspistemalliin siten että tilattavat erät on laskettu EOQ-kaavalla. (Karrus 2001: 43.)

Keskeiset tilauspisteen käyttöön perustuvat perusmenetelmät ovat saaneet omat kutsumanimensä, jotka ovat

- (s,Q) jatkuva tarkastus, kiinteä erä koko ja vaihteleva tilaushetki. Varastotason laskiessa alle tilauspisteen s , suoritetaan tilaaminen kiinteinä määräerinä Q .
- (s,S) jatkuva tarkastus, vaihteleva erä koko ja vaihteleva tilaushetki, jolloin jokin varastostaoton yhteydessä tapahtuu nimikkeen varastotason ja tilauspisteen vertaaminen. Varastotason laskiessa alle tilauspisteen s suoritetaan tilaaminen tavoitetasoon S .
- (R,S) jaksotettu tarkastus eli perioditarkastus, vaihteleva erä koko ja tilaukset määräpäivinä. Tilataan kiintein aikavälein R , tuotteita niin paljon että varastosaldo nousee tasolle S .
- (R,s,S) jaksotettu tarkastus eli perioditarkastus, vaihteleva erä koko ja mahdolliset tilaukset määräpäivinä. Muuten samanlainen kuin (s,S) , mutta varastosaldo tarkistetaan myös määräajoin R ja suoritetaan tilaaminen tavoitetasoon S .
(Karrus 2001: 46.)

6.2 Tilauspisteen määrittäminen

Tilauspisteen määrittämiseksi tulee ensin määrittää varmuusvarasto.

6.2.1 Varmuusvarasto: laskentatapa 1

Tarvittavat tekijät:

B	varmuusvarasto
k	varmuuskerroin
L	hankinta-aika
S	standardipoikkeama

$$B = kS \sqrt{L} \quad (7)$$

Varmuuskerroin katotaan taulukosta 1, ja se on sitä suurempi mitä korkeampi toimituskyky tuotteelle halutaan. Standardipoikkeamalla tarkoitetaan myynnin vaihtelua myynninkeskiarvoon nähden tarkastelujaksolla. (Sakki 2009: 121–122.)

Taulukko 1. Varmuuskerrointaulukko (Sakki 2009: 122).

Haluttu Palveluaste	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %	99,50 %	99,90 %	99,99 %
Varmuuskerroin k	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33	2,57	3,09	3,72

6.2.2 Varmuusvarasto: laskentatapa 2

Yksinkertaistetusti varmuusvaraston voi määrittää kertomalla toimitusaika keskimääräisellä kysynnällä.

- B varmuusvarasto
- D kysyntä viikoissa
- L toimitusaika

$$B = D \cdot L \quad (8)$$

(Riggs 1989: 475–476.)

6.2.3 Tilauspisteen laskentatavat

Kun on määritetty varmuusvarasto, voidaan laskea tilauspiste.

Tarvittavat tekijät ovat

T	tilauspiste, kpl
D	keskimääräinen menekki esim. viikon aikana, kpl
L	hankinta-ajan pituus esim. viikkoina, vk
B	varmuusvarasto, kpl

Tilauspiste saadaan kaavalla

$$T = DL + B \quad (9)$$

(Sakki 2009: 123.)

Mikäli varmuusvarasto lasketaan kaavalla 8, määritetään tilauspiste kaavalla:

$$T = B + \sqrt{D * L} \quad (10)$$

(Riggs 1989: 475–476.)

7 Työn tilaajayritys

Tässä luvussa esitellään Nordic Automotive Services Oy (NAS), yritys jolle työ on tehty, erityisesti pyritään havainnollistamaan yrityksen varaosalogistiikkaa.

7.1 Nordic Automotive Services Oy

Renaultin sekä Dacian maahantuonnista Suomeen vastaa Nordic Automotive Services Oy. Yritys on perustettu 2010 marraskuussa. Tätä ennen maahantuontia hoiti Renaultin omistama Renault Nordic, joka vastasi Suomen lisäksi myös muiden Skandinavian maiden toiminnasta. Henkilökunta on pysynyt yritys vaihdosta huolimatta lähes samana ja jälleenmyynti verkosta ennallaan (Renault ajankohtaista 2011)

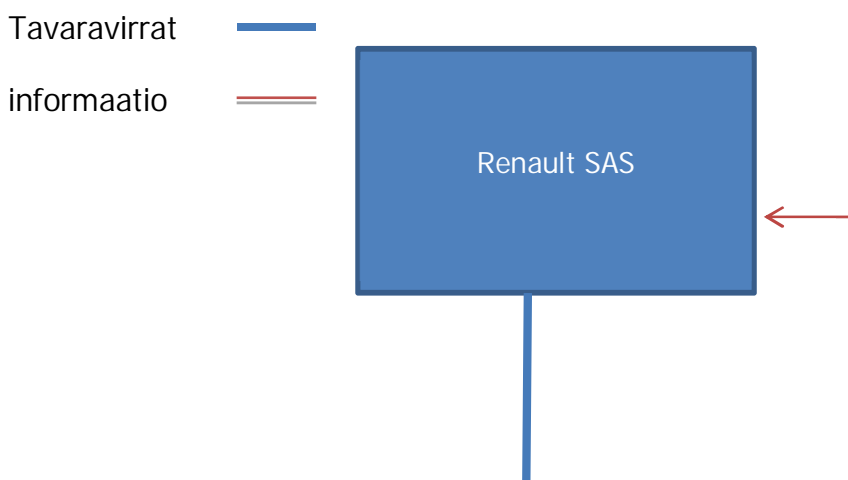
Renault päätti kuitenkin muuttaa toimintaorganisaatiotaan. Norjan ja Suomen toiminnot annettiin itsenäisten maahantuoja hoidettaviksi. Sen sijaan Ruotsin ja Tanskan toiminnot Renault päätti edelleenkin pitää itsellään.

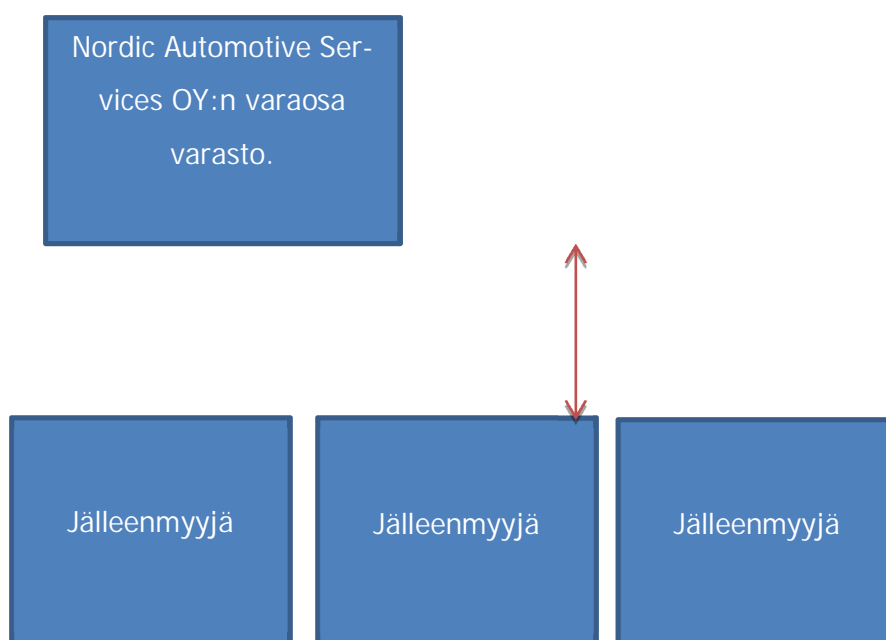
Nordic Automotive Services Oy on Bassadone Automotive Groupin tytäryhtiö sekä Suomen sekä Baltian Hyundai-, Suzuki- ja Isuzu–autojen maahantuonnista vastaavan Simetron Group Oy:n sisaryhtiö. (Tuulilasi. Renaultin uusi maahantuoja Suomessa aloitti toimintansa marraskuun alussa. 2010)

7.2 Renault ja Dacia henkilö- ja tavara-autojen varaosatilaukset ja niiden toimitus

Nordic Automotive Services Oy tilaa varaosat ja muut tuotteet päämieheltään Renaultilta joka toimittaa myös omistamansa Dacian lisävarusteet ja varaosat. Tavarat tulevat joko maa- tai lentokuljetuksena Suomeen jossa ne toimitetaan Nordic Automotive Services Oy:n varastoon. Varastopalvelut on ulkoistettu Itellalle, joka omistaa tilat ja jonka henkilökunta hoitaa varsinaisen fyysisen varastotyön.

Varastolta osat toimitetaan jälleenmyyjille Itellan toimesta. Tilaukset kulkevat kuitenkin Nordic Automotive Services Oy:n maahantuonnin kautta. Kuvassa 1 on kuvattu tilauksen tavara- ja informaatiiovirrat.





Kuva 1. NAS:n varaosalogistiikan tavara- ja informaatiovirrat.

7.3 Erilaiset tilaustavat

Kuvat 2, 3 ja 4 kuvaavat tilausten keston nykytilannetta. Tilauksen kesto riippuu siitä miten tilaus tehdään. Nordic Automotive Services Oy:llä on käytössään kolme erilaista tilaustapaa.

Varastotilaus

Normaali varastotilaus on viikoittainen tilaus, jolla tilataan kiireettömät osat. Tällä tavoin tilattuna tavarat tulevat noin 15 päivässä. Tarkoituksena on tilata kaikki tuotteet

varastotilauksena, koska se on kustannustehokkain tapa. Käytännössä tämä ei onnistu, koska aina on yllättäviä tarpeita. Varastotilauksen aikataulu on kuvattu kuvassa 2.

Varastotilaus (maakuljetus, Renaultilta Ranskasta)																
ex Cergy / Flins / Villeroy	Wed	Thur	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thur	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thur
NAS tilaa Renaultilta	18:00															
Ren SAS käsittelyaika									5:30							
DSV kuljetusaika									15:30							
laiva saapuu Suomeen													12:00			
Purku Itella Logistics Vantaa													15:00			
Itella hyllytys/lähetys käsittelyaika																
Toimitus jälleenmyyjälle																9:00

Kuva 2. Varastotilauksen aikataulu (NAS 2011).

Pikatilauus

Tilaukseen saattaa tulla harvinaisia osia, joilla on kiire tai joita tehdas ei ole pystynyt toimittamaan normaalilla varastotilauksella ja joudutaan tekemään pikatilauus joko lento tai maantierahhtina, jotta pystytään palvelemaan asiakkaita järkevällä aikataululla. Pikatilauksella tilataan jo varastosta loppuneet tuotteet jotka ovat jääneet jälkitoimitukseen mutta joista jälleenmyyjät eivät kuitenkaan ole valmiita maksamaan ylimääräistä lentorahtia, tai tuotteet jotka ovat liian isoja tai painavia lentorahtiin. Tällä tavoin toimitettuna rahti on perillä joko tiistaina tilattuna kuudessa päivässä tai vaihtoehtoisesti torstaina tilattuna 11 päivässä. Pikatilauksen aikataulu on esitetty kuvassa 3.

Pikatilauus (maakuljetus pikana, Renaultilta Ranskasta)																
ex Cergy / Flins / Villeroy	Mon	Tue	Wed	Thur	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thur	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue
NAS tilaa Renaultilta		13:00			13:00											
Ren SAS käsittelyaika				5:30					5:30							
DSV kuljetusaika				15:30					15:30							
Purku Itella Logistics Vantaa					12:00							12:00				
Itella hyllytys/lähetys käsittelyaika 24h																
Toimitus jälleenmyyjälle								9:00								9:00

Kuva 3. Pikatilauksen aikataulu (NAS 2011).

Lentopikatilauus

Lisäksi on lentorahti (urgent air freight orders) jolla päästään jo nopeaan kolmen päivän toimitusaikaan. Tällä tavoin tilataan tuotteet joilla on kiire ja joista jälleenmyyjä tai

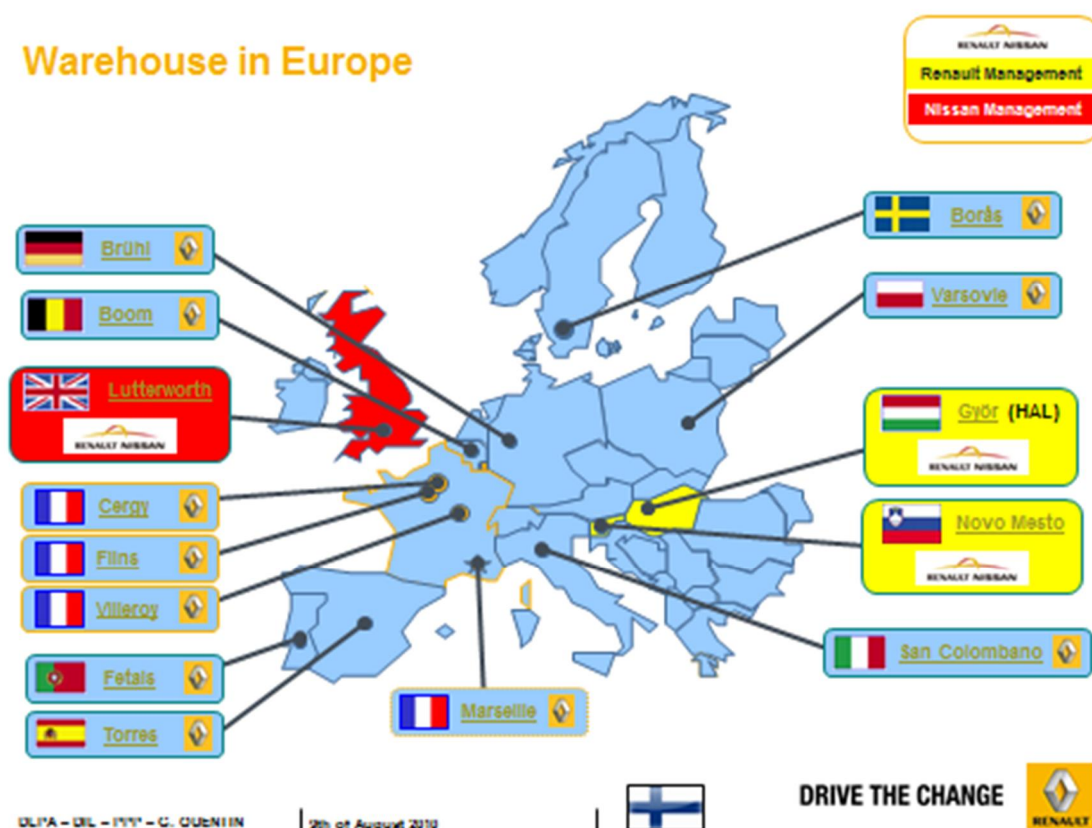
asiakas on valmis maksamaan ylimääräisen lentorahti maksun 28 €, jos tuote on ollut kauan jälkitoimituksessa, maksaa yleensä NAS lentorahdin. Myös kaikki avaimet tilataan tällä tavoin, koska ne eivät paina paljon eivätkä siksi maksa niin paljon toimittaa lentokoneella ja lisäksi niillä on yleensä kiire. Lentopikatilausten aikataulu on esitetty kuvassa 4.

Lentopikatilaus (Lentokuljetus pikana, Renaultilta Ranskasta)							
ex Cergy / Flins / Villeroy	Mon	Tue	Wed	Thur	Fri	Sat	Sun
Maahantuojaan tilaus							
tilaus käsittely	13:00		13:00				
Nouto Renault SAS varastolta							
DHL maakuljetus lentokoneelle	18:00		18:00				
DHL ilmakuljetus							
Suomessa							
Purku Itella Logistics Vantaa		7:00		7:00			
Toimitus jälleenmyyjille							
Kanta Suomi			9:00		9:00		
Pohjois-Suomi ja Hangon alue			14:00		14:00		

Kuva 4. Lentopikatilausten aikataulu (NAS 2011).

Renault Nordicin ollessa Suomen Renaultin maahantuoja varaosat tilattiin Ruotsista, jossa oli pohjoismainen yhteisvarasto. Suomessa ei ollut lainkaan keskusvarastoa vaan jälleenmyyjät tilasivat Ruotsin varastolta. Koska jälleenmyyjät tekivät itse tilaukset Ruotsista, eivätkä keskittelysti maahantuojan toimesta Ranskasta, oli järjestelmä logistisesti erilainen. Kuvassa 5 on Renaultin varastot Euroopassa ennen muutoksia pohjoismaisiin maahantuojaan. Nykyisin tilanne muuten samanlainen mutta Norjassa ja Suomessa on omat varastonsa.

Warehouse in Europe



Kuva 5. Varastot Renault Nordicin aikana (Renault Nordic).

7.4 NAS:n varastonohjaus

Tällä hetkellä NAS:n varaosavarastonohjaus toimii siten, että tilauspisteet ja tilauseräkoot määritellään tuotekohtaisesti. Tilauspisteet ovat kiinteät samoin kuin eräkoot. Ongelmana on suuri työmäärä, tilauspisteiden määrittely jokaiselle tuotteelle erikseen vie aikaa. Toinen ongelma on tuotteiden kausivaihtelut. Joinain aikoina tuotteita tarvittaisiin enemmän kuin järjestelmään asetettu minimierä koko ehdottaa. Varsinkin jos varalogistiikoilta jää huomaamatta tuotteen kasvanut tarve, saattaa palveluaste hetkellisesti notkahtaa. Tämän vuoksi NAS:lla ollaankin nyt siirtymässä vaihtelevaan tilauseräkokoön sekä vaihtelevaan tilauspisteeseen vaihtamalla näiden arvot järjestelmään päiviksi. NAS:lla käytössä oleva varastonohjausohjelma on rakennettu siten, että se mahdollistaa tämän. Tilauspistevarastonohjaus soveltuu hyvin vaihtelevan kysynnän tuotteisiin, joita NAS:n myymistä tuotteista on suuri osa.

Proteus-varastonhallintaohjelma

Proteus on Itellan tytäryhtiö Logia Software Oy:n kehittämä varastonhallintaohjelma, sitä käyttävät sekä Itella että Itellan asiakkaat. Ohjelma on merkkipohjainen mutta toimiva järjestelmä. Proteusta ei ole NAS:lla vielä täysin hyödynnetty, sillä ohjelmaan on mahdollista määrittää tilauspisteet ja ostoerät päivinä. Ohjelma pystyy määrittämään kappalemääräisen ostoerän ja tilauspisteen menneen kuukauden menekin mukaan kertomalla päivän menekin asetetulla päivämäärällä. Esimerkiksi luokan AX optimiostoerä on 19 päivää, ja jos menekki on ollut vaikkapa noin 100 päivässä ehdottaa ohjelma 1900 tuotteen ostoa. Käyttöön otetaan periaatteessa s,Q järjestelmä, mutta sillä erotuksella että tilauserä ja tilauspiste on määriteltä päivinä ja ovat siksi vaihtelevia. Tämä nyt käyttöön otettava menetelmä on tehokasta ja varaston kokoa pystytään pienentämään. Päivinä asetetut ostoerät ja tilauspisteet sopivat hyvin tuotteisiin joiden menekki on hyvin vaihtelevaa. Tällaisia tuotteita NAS:n tuotteista on suurin osa.

8 Abc-analyysi NAS:n varaosavarastosta

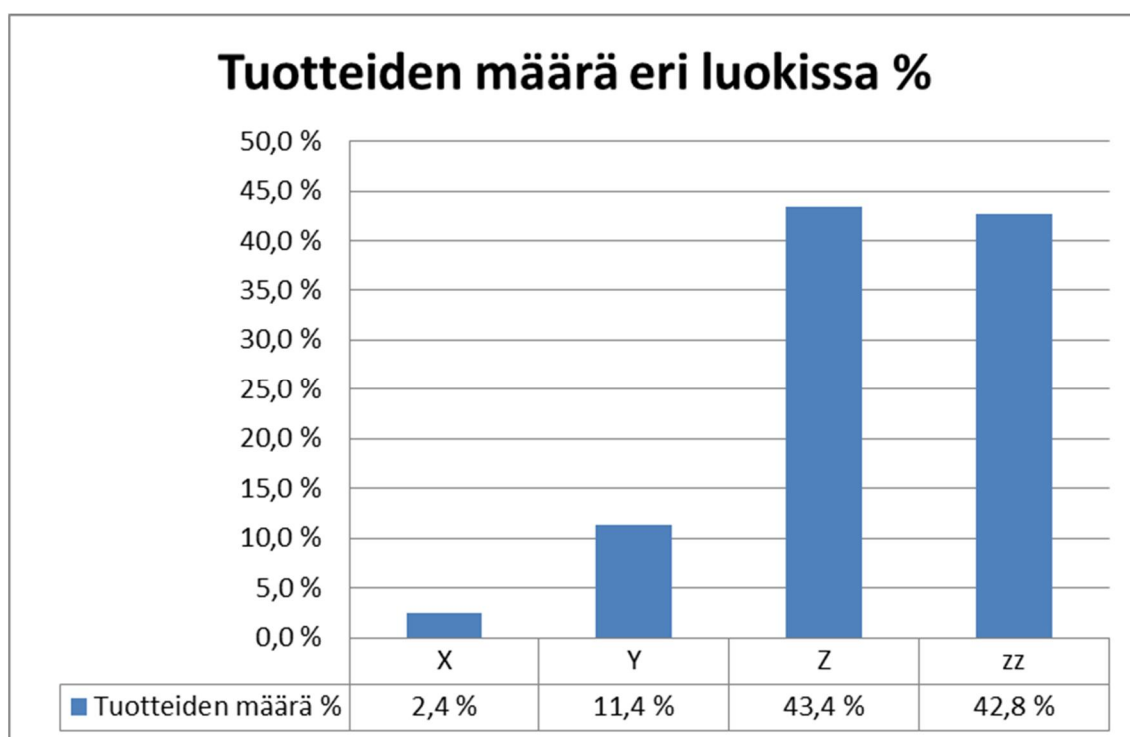
Tässä luvussa käsitellään NAS:n varaosavarastosta tehtyä kappale- ja euromääräistä abc-analyysiä, sekä analyysien tuloksia.

8.1 Työssä käytetty lähdeaineisto

Nordic Automotive Services Oy on toimintansa alusta asti tallentanut varastonhallintaohjelmillaan kuluneen ajan myynnin. Tämän lisäksi on käytössä edeltäneen Renault autojen maahantuojaan (Renault Nordic) tilastoja myydyistä varaosista. Lähdeaineiston luotettavuutta heikentää edeltäneen maahantuontiyrityksen tallentama osuus, koska myynti on ollut hieman tavallisuudesta poikkeavaa samoin kuin tietojen tallentaminen johtuen tulevasta omistajavaihdoksesta. Liitteestä 1 voidaan huomata että esimerkiksi maaliskuussa 2010 ei ole merkitty ollenkaan myyntiä. Myynnin vaihtelu on muutenkin suurimmassa osassa tuotteista paljon suurempaa kuin mitä se nykyisin on, eikä ole tarvetta uskoa että markkinat olisivat siltä osin vuodessa muuttuneet.

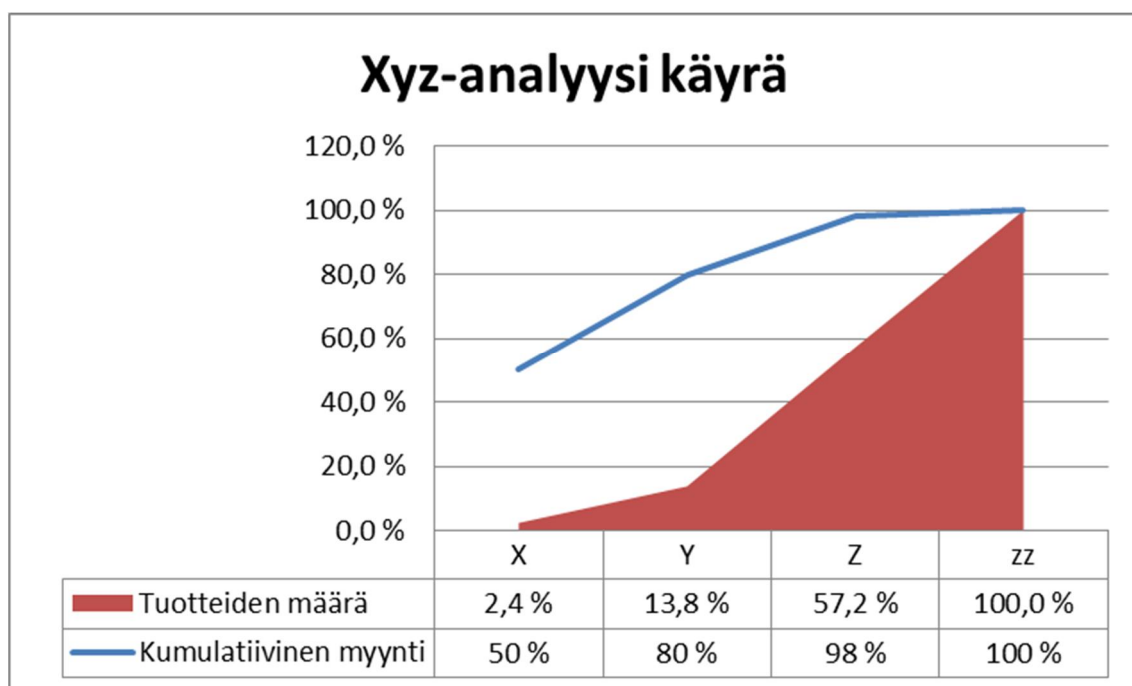
8.2 Euromääräinen analyysi

Työssä tehty euromääräisen myynnin abc-analyysi merkittiin xyz-analyysi nimellä jotta se ei menisi sekaisin kappalemääräisen analyysin kanssa. Xyz-analyysissa jaettiin tuotteet neljään eri luokkaan, X-, Y-, Z-, ja zz-luokkiin, joista X-luokan tuotteilla oli eniten euromääräistä myyntiä ja zz-luokalla vähiten. Toisin kuin yleensä xyz-analyysseissa tässä tapauksessa ei lainkaan luokiteltu tuotteita, joilla ei ollut myyntiä laisinkaan kuluvalle kaudella. Tuloksissa huomionarvoista on että zz-luokka ei olekaan isoin tuoteryhmä kuten yleensä oletetaan. Kuitenkin tulokset antavat kuvaa siitä että pieni osa tuotteista tuo suurimman osan myynnistä. X-luokan tuotteet, joita on vain 2,4 % tuotteista, tuo 50 % prosenttia myynnistä. Tästä voidaan selkeästi huomata, että näille tuotteille kannattaisi antaa erityistä huomiota. Kuvassa 6 on esitetty tuotteiden määrät eri luokissa.



Kuva 6. Tuotteiden määrä eri luokissa, euromääräisen myynnin analyysissa.

Kuvassa 7 on esitetty, kuinka myynti kasvaa hyvin vähän käyrän loppua kohti. Tuotteiden määrän taas kasvaa hyvin paljon. Käyrä antaa hyvän kuvan siitä, kuinka pieni osa tuotteista tuo suurimman osan myynnistä. Koska kyse on kuitenkin varaosista, on joidakin tuotteita oltava varastossa, vaikka niiden myynti ei olisikaan merkittävää.

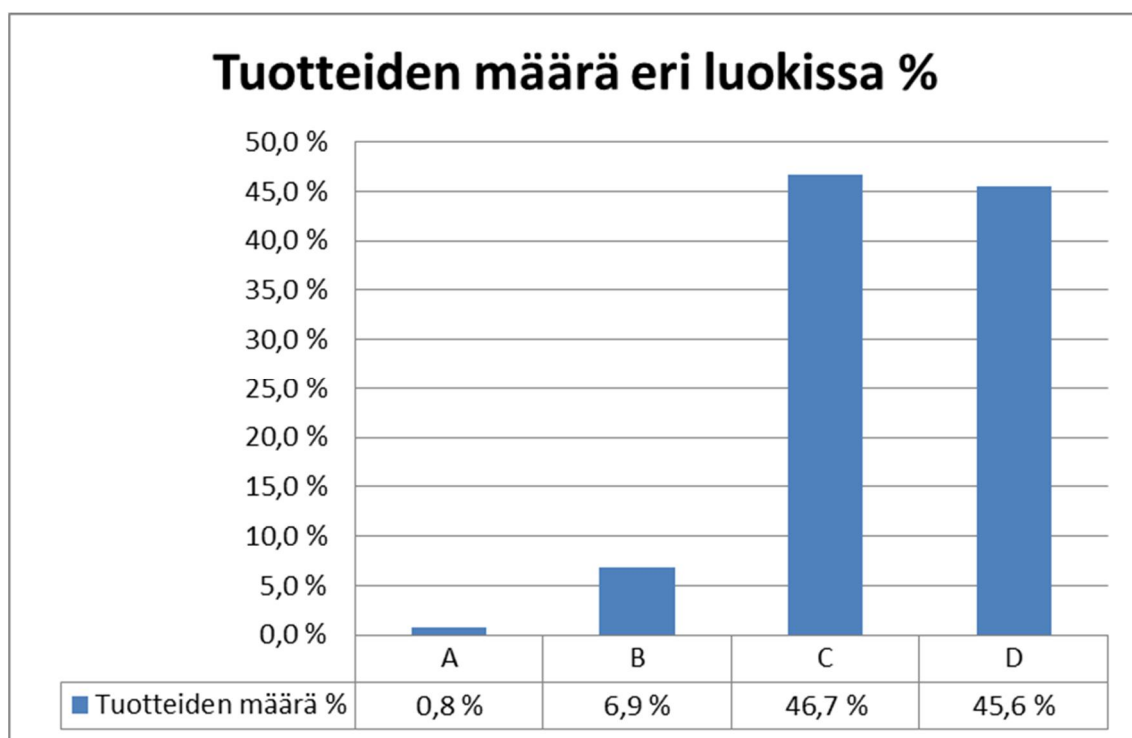


Kuva 7. Myynti suhteessa tuotteiden määrään.

8.3 Kappalemääräinen analyysi

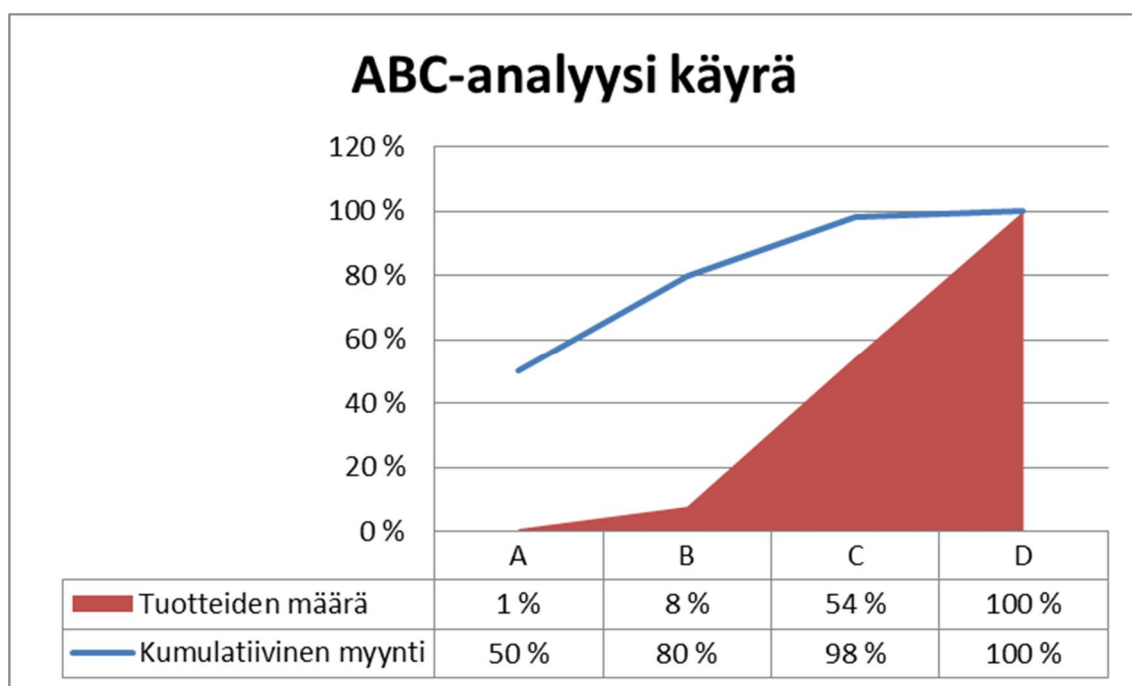
Tuotteet luokitellaan siten että A-luokan tuotteet tuovat 50 % myynnistä, B-luokka 30 % myynnistä, C-luokka 18 % ja viimeinen eli D-luokka 2 % myynnistä.

Tuotteita on selkeästi eniten vähiten myyntiä tuovien luokkien joukossa, Luokat C ja D käyttäytyvät kuitenkin hieman eri tavalla kuin yleisesti odotetaan. Normaalisti D-luokassa on enemmän tuotteita kuin C-luokassa. Kuitenkin analyysistä käy selkeästi ilmi Pareton teorian olettaus, että eniten myyntiä luo pieni määrä tuotteita. Luokka A on selkeästi pienin, vain 0,8 % tuotteista, mutta se tuo yrityksen varaosamyynnistä 50 %. Tuotteiden määrät eri luokissa on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Tuotteiden määrä eri luokissa kappalemääräisen myynnin analyysissä.

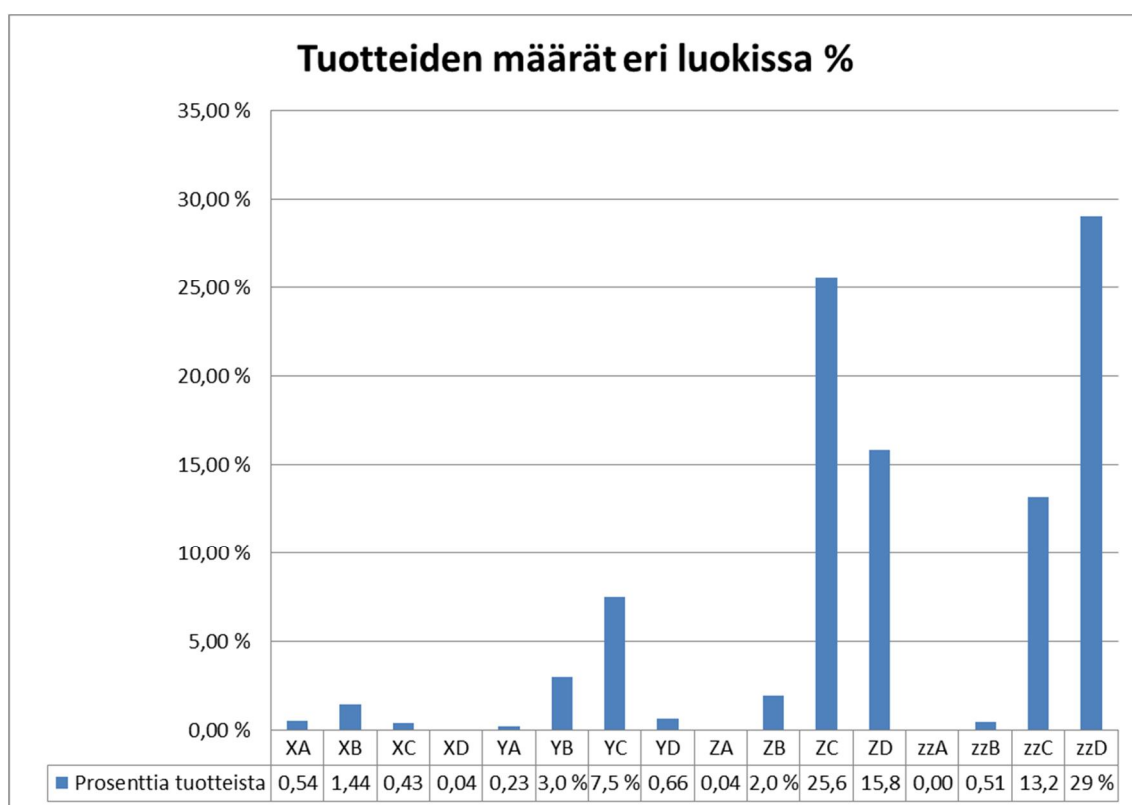
Kuvassa 9 on selkeytetty kuinka myös kappalemääräisessä myynnissä, tuotteiden määrän kasvaessa myynti ei enää käyrän loppua kohti kasva.



Kuva 9. Kappalemääräinen myynti suhteessa tuotteiden määrään.

8.4 Yhdistetty analyysi

Lopuksi yhdistettiin kappalemääräinen sekä euromääräinen analyysi. XA-luokassa on suurin sekä kappalemyynti että euromääräinen myynti. ZzD-luokassa taas on pienin kappalemyynti sekä euromääräinen myynti. Kuten kuvasta 10 voi nähdä, luokassa zzA ei ole lainkaan tuotteita. Yhdistetty analyysi auttaa havaitsemaan tuotteet, joilla on suuri hinta mutta pieni kulutus, ja tuotteet, joilla on huomattavaa kysyntää mutta pieni hinta. Näitä tuotteita kohdellaan eri tavalla varastoinnissa.



Kuva 10. Tuotteiden määrä eri luokissa yhdistetyssä abc-analyysissä.

9 Optimitilauserän laskenta

Tässä luvussa käsitellään optimitilauserän laskentaa EOQ-kaavalla NAS:n varaosille sekä laskelmien tuloksia.

9.1 EOQ-laskenta ja sen tulokset

EOQ-laskennassa hankaluuksia tuotti varastointi- sekä tilauskustannusten laskenta. Lopulta löytyi tarpeeksi tietoja, niin että voitiin luotettavasti laskea optimitilauserä. Tulokset ovat suuntaa antavia eivätkä tarkkoja arvoja, koska kaikkia kustannuksia on mahdotonta laskea ja selkeyttää, niin että niitä voitaisiin käyttää laskelmissa. Kuitenkin tarkastellessa joitakin tuloksia yksitellen ne olivat järkeenkäyviä ja käytettävissä käytännön työhön. Työnohjaajien kanssa päätettiin että kuljetuskustannuksia ei kuljetusten vakiohinnasta johtuen oteta mukaan laskelmiin. Tämä vaikuttaa jonkun verran tuloksiin, koska kuljetuskustannukset kuitenkin ovat vakiot, vaikutus ei ole merkittävä.

Laskelmissa käytetty varastointikustannus on 25 % tuotteen hinnasta. Kustannukset on laskettu NAS:n varastointia hoitavan liikeyrityksen Itellan laskutuksesta sekä 3 %:n pääomakuluista. Optimistilat on määritetty kaavalla 6. Optimistilat luokittain on esitetty kuvassa 11. Luokalle Azz ei pystytty laskemaan optimistilaa koska abc-analyysissä ei muodostunut laisinkaan luokkaa Azz. Myöskään DX-tuotteille ei ole määritetty optimistilaa, sillä vaikka niitä oli 6 kpl, tuotteille ei löytynyt hintoja. Todennäköisesti tuotteet ovat poistuneet valikoimasta.

Työssä laskettiin myös optimistilat päivinä, näitä tuloksia NAS:n varaosalogistikot pystyvät paremmin hyödyntämään varastohallinnassa. Asettamalla Proteus järjestelmään ostolat päivinä, pystytään parantamaan palveluastetta ja pienentämään varastoja. Optimistila päivinä lasketaan kappalemääräisestä optimistilasta kaavalla 5. Optimistilat päivinä on esitetty kuvassa 11.

Yhdistetty abc luokka	Optimiesto- erä, kpl	Optimiestoerä päivissä
AX	83	19
AY	126	48
AZ	160	110
Azz		
BX	9	23
BY	15	53
BZ	30	118
Bzz	58	291
CX	1	27
CY	2	58
CZ	3	119
Czz	9	391
DX		
DY	0	64
DZ	1	131
Dzz	2	502

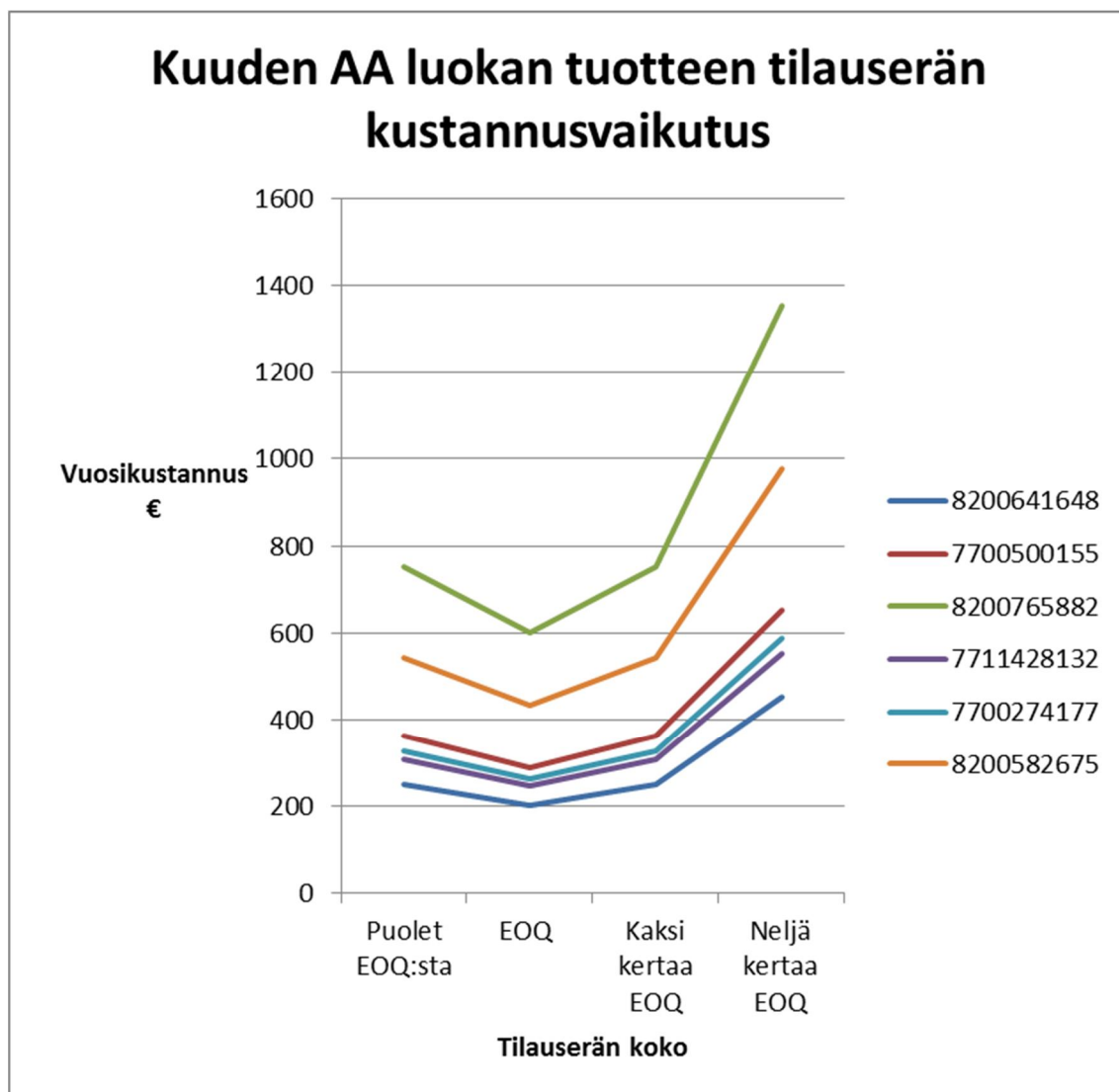
Kuva 11. Optimiestoerät luokittain, sekä kappaleittain että päivinä.

Tulokset ovat odotettuja, halvimpia tuotteita (zz-luokat) tilataan kerralla enemmän, koska niihin ei sitoudu pääomaa yhtä paljon kuin kalliimpiin (X-luokat) tuotteisiin. Zz-luokan tilauserät vaihtelevat 110 päivän tarpeesta 502 päivän tarpeeseen. Z-luokka 110–131, Y-luokka 48–64 ja kalleimmat tuotteet, X-luokka, 19–27.

9.2 Tilauserän vaikutus kokonaiskustannuksiin

Tilauserä vaikuttaa kokonaiskustannuksiin merkittävästi. Kuvassa 15 näkyy menekiltään suurimpien tuotteiden erikokoisten tilauserien kustannukset. Kustannuksiin on laskettu vastaanotto- sekä varastointikustannukset. Kustannukset on laskettu NAS:n alihankkijan Itellan laskutuksesta sekä 3 % pääomakuluista. Kuvassa 12 on esitetty muutama esimerkki ostoerän koon vaikutuksista kokonaiskustannuksiin. Kuten kuvan 12 kuvaa-

jista voidaan huomata, kasvavat kokonaiskustannukset ostoerän kasvaessa tai pienentyessä optimiostoerästä.



Kuva 12. Esimerkkejä ostoerän koon vaikutuksista kokonaiskustannuksiin.

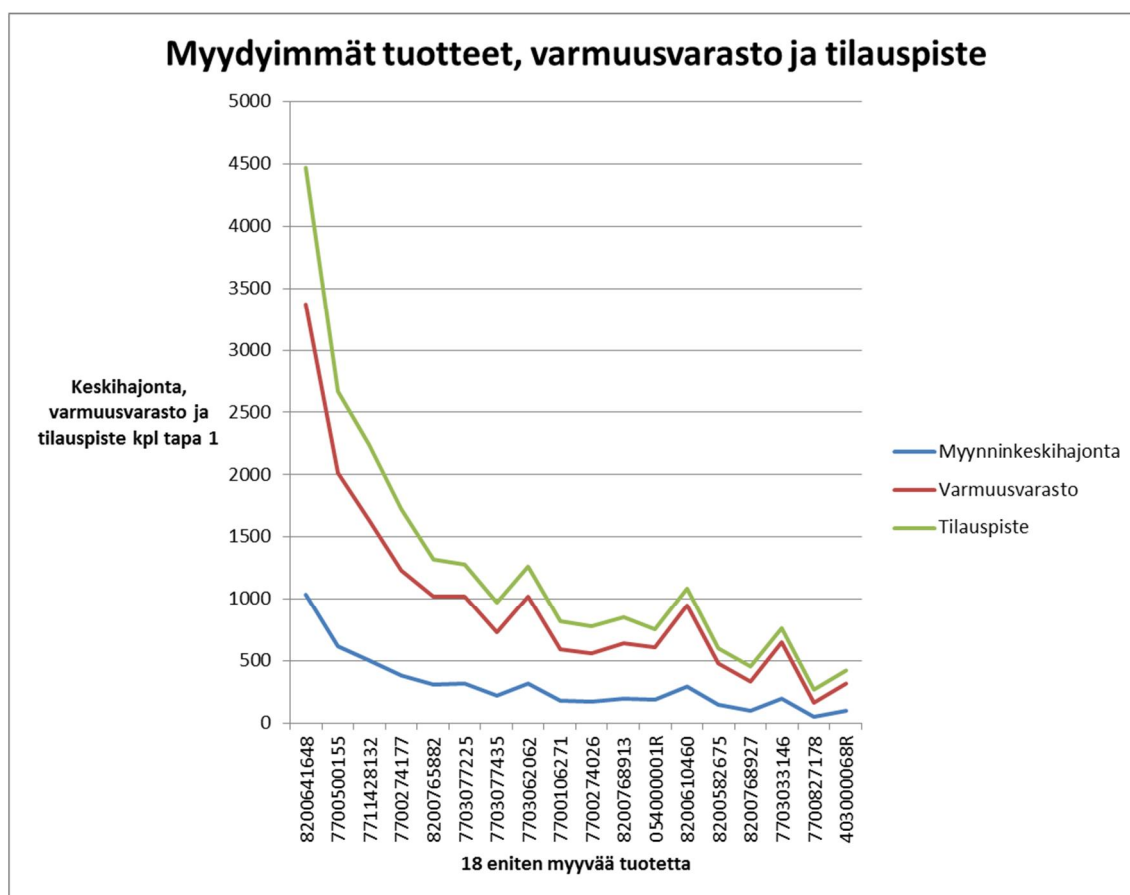
10 Varmuusvarasto

Varmuusvarastolaskenta tehtiin kahdella eri kaavalla, kaavoilla 7 ja 8. Kaavalla 8 toteutettu laskenta antoi paremmin NAS:lle soveltuvia arvoja. Varmuusvarastoa ei erikseen määritellä NAS:n käyttämään varastonhallintaohjelmaan, vaan ainoastaan tilauspiste. Tilauspisteeseen sisältyy varmuusvarasto, joten laskut ovat tärkeitä tilauspisteen määrittämiseen.

On huomautettava että kaavalla 7 tehdyn varmuusvarastolaskennan luotettavuutta työssä vähentää datassa oleva eri kuukausien myynnin suuri vaihtelevuus, josta ei voi olla varmoja johtuuko se menekin vaihtelusta vai vaihtelevista tilastomerkinnoista. Varmuusvarastoa laskettaessa poistettiin laskuista maaliskuun 2010 myynti, koska silloin ei ollut kirjattu yhtäkään myyntiä.

10.1 Varmuusvaraston määrittäminen kaavalla 7

Kuvassa 16 on esitetty myynnin keskihajonnan vaikutus laskettuun varmuusvarastoon ja tilauspisteeseen. Käytetty kaava (7) perustuu täysin keskihajontaan ja siksi datan tulisi olla luetettavaa jotta saataisiin järkeviä arvoja varmuusvarastolle. Kuten kuvasta 13 voidaan huomata, laskelmien tuloksiksi on saatu huomattavan suuria varmuusvarastoja sekä tilauspistearvoja. Varmuusvarastoarvot vaihtelivat välillä 100–3200 kpl, jotka myyntiä tarkastellessa olivat auttamatta liian suuria. Ja koska tilauspisteen koko riippuu varmuusvarastoista, olivat tilauspisteidenkin arvot liian suuria sellaisenaan hyödynnettäviksi. Kuitenkaan laskelmat eivät ole menneet hukkaan, sillä tuloksia voi pitää suuntaa antavina. Tuloksia hyödynnettiin laskettaessa tilauspisteitä tuotteille, joilla niitä ei vielä ollut.



Kuva 13. Myynnin keskihajonnan vaikutus varmuusvarastoon sekä tilauspisteeseen.

Kuvassa 14 on esitetty varmuusvarasto luokittain. Kaikkiin tuotteisiin ei kuitenkaan voida soveltaa luokittain laskettua varmuusvarastoa, koska ne perustuvat keskiarvoihin ja erityisesti luokassa AX tulokset ovat todella suuria, kuten kuvasta 14 voidaan huomata ja tuotteet niin tärkeitä että ainakin kymmenelle ensimmäiselle tulisi määrittää varmuusvarasto yksitellen. D-tuotteiden myynti taas on niin vähäistä että niitä ei kannata varastossa pitää laisinkaan. Tulokset vaihtelevat välillä 308–1 kpl.

Yhdistetty abc-luokka	Varmuusvarasto, kpl
AX	308
AY	279
AZ	186
Azz	
BX	33
BY	27
BZ	30
Bzz	24
CX	7
CY	4
CZ	3
Czz	3
DX	1
DY	1
DZ	1
Dzz	1

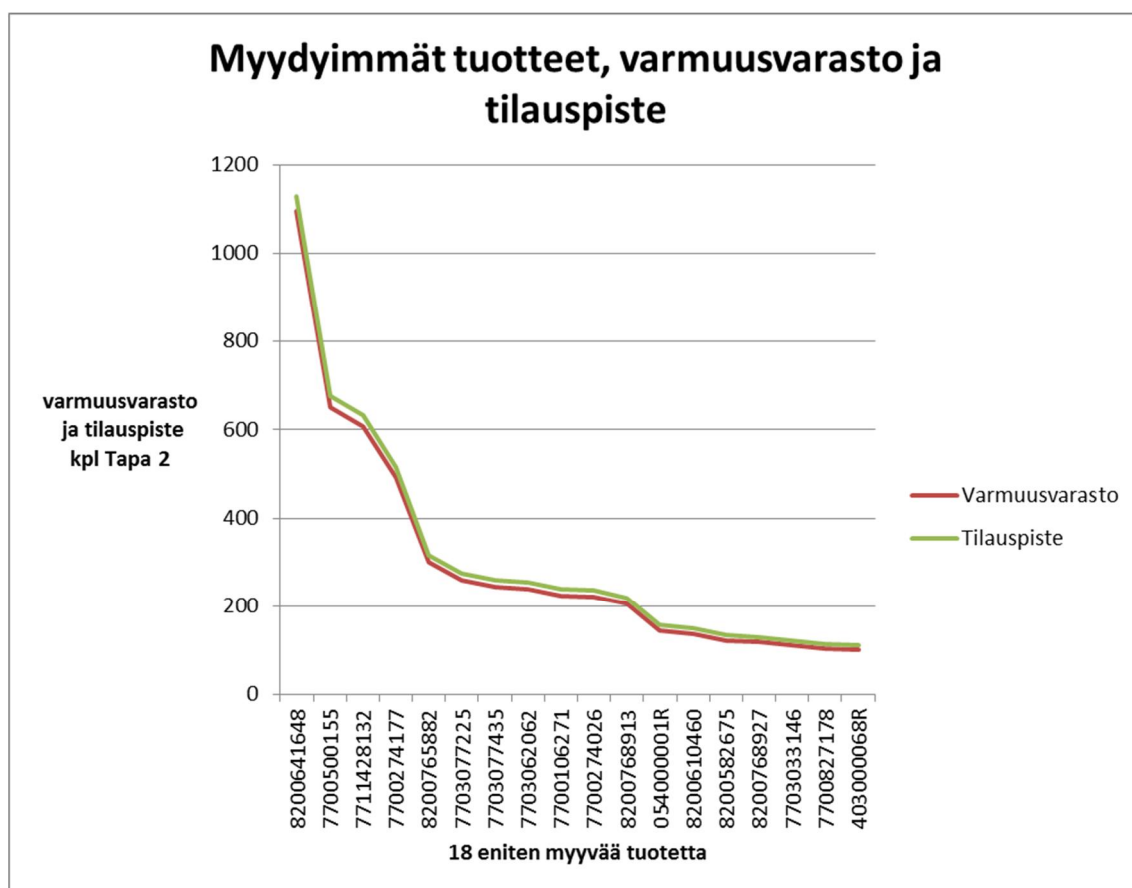
Kuva 14. Varmuusvarastot luokittain kaavalla 7.

10.2 Varmuusvaraston määrittäminen kaavalla 8

Datassa olevan suuren vaihtelun vuoksi varmuusvarasto laskettiin myös käytännönläheisemmällä tavalla, kaavalla 8. Varmuusvarastot kaavalla 8 on esitetty luokittain kuvassa 15. Tulokset vaihtelevat välillä 98–0 jotka ovat lähempänä NAS:n käytännön tarpeita. Kuvassa 16 on esitetty myydyimpien tuotteiden varmuusvarastojen ja tilauspisteiden tulokset kaavalla 10. Arvot ovat välillä 50–1150 kpl. Määritetyt arvot ovat selvästi pienempiä kuin kaavalla 7.

Yhdistetty abc-luokka	Varmuus-varasto, kpl
AX	98
AY	62
AZ	31
Azz	
BX	8
BY	6
BZ	5
Bzz	4
CX	1
CY	1
CZ	0
Czz	0
DX	0
DY	0
DZ	0
Dzz	0

Kuva 15. Varmuusvarastot luokittain kaavalla 8.



Kuva 16. Myydyimpien tuotteiden varmuusvarastot ja tilauspisteet kaavoilla 8 ja 10.

11 Tilauspiste

Tässä luvussa käsitellään tilauspisteiden laskentaa sekä analysoidaan tuloksia.

11.1 Tilauspisteiden laskeminen kaavalla 9

Laskettaessa tilauspistettä kaavalla 9 käytetään kaavalla 7 laskettua varmuusvarastoa, koska varmuusvarastolaskennassa ilmennyt datan epäluotettavuus päti myös tilauspisteiden laskentaan. Tarkastellessa laskettuja tilauspisteitä joutuu työtä tekevä henkilö luottamaan omaan ammattitaitoonsa, mikäli tilauspiste vaikuttaa huomattavan suurelta. Kuvassa 17 ovat tilauspisteet luokittain.

Laskettuja tilauspisteitä pystyttiin kuitenkin hyödyntämään haettaessa tuotteita joilla ei ollut tilauspistettä, mutta sellainen tulisi olla edellisen vuoden myynnin perusteella.

Tilauspisteet määriteltiin myös päivinä, sillä NAS pystyy hyödyntämään tuloksia siten paremmin. Asettamalla Proteus-järjestelmään tilauspisteet päivinä pystytään parantamaan palveluastetta ja pienentämään varastoja. Kuvassa 17 ovat tilauspisteet päivinä luokittain. Tulokset ovat käytännön tarpeisiin liian suuret, ja jos tuloksia käytettäisiin sellaisenaan, varastoon sitoutuisi liikaa pääomaa.

Yhdistetty abc-luokka	Tilauspiste, kpl	Tilauspiste päivissä
AX	406	95
AY	342	122
AZ	217	143
Azz		
BX	41	112
BY	32	123
BZ	35	142
Bzz	28	148
CX	8	153
CY	5	154
CZ	3	170
Czz	3	178
DX	1	203
DY	1	224
DZ	1	229
Dzz	1	238

Kuva 17. Tilauspisteet luokittain kaavalla 9, sekä luokittain päivinä.

11.2 Tilauspisteiden laskeminen kaavalla 10

Kaavalla 10 lasketut tilauspisteet ovat paljon lähempänä käytännön tarpeita NAS:n varastonohjausta ajatellen. Periaatteessa kaava on tarkoitettu tasaisen kysynnän tuotteille, mutta koska NAS on siirtymässä muuttuviin tilauspisteisiin joissa määritellään tilauspiste päivinä, sopii kaava NAS:n tarpeeseen. Tällaisessa järjestelmässä kappalemääräinen tilauspiste vaihtelee aina kysynnän mukaan. Varastonohjausjärjestelmä laskee aina tietyn väliajoin tietyn kuluneen ajan kysynnän mukaisen tilauspisteen, siten että tilauspiste kattaa aina tietyn ajan kysynnän. Kuvassa 18 on esitetty tilauspisteet luokittain kappalemääräisenä ja päivinä.

Tulokset ovat suuruusluokaltaan lähellä käytännön tarpeita, vaikkakin luokittaista vaihtelua pitäisi olla enemmän. Kalliita tuotteita kuten moottoreita tulee varastoida vähemmän kuin pultteja, jotta varastoon ei sitoutuisi liikaa pääomaa. Kuvassa 18 esitetyt tilauspisteet päivinä ovat ainakin avuksi määritettäessä Proteus-järjestelmään tilauspisteitä.

Yhdistetty abc-luokka	Tilauuspiste, kpl	Tilauuspiste päivissä
AX	107	24
AY	70	24
AZ	37	25
Azz		
BX	11	30
BY	8	31
BZ	7	32
Bzz	6	33
CX	2	45
CY	2	49
CZ	1	57
Czz	1	59
DX	1	92
DY	1	93
DZ	1	98
Dzz	1	102

Kuva 18. Tilauuspisteet luokittain kappaleina sekä päivinä kaavalla 10 laskettuna.

12 Laskelmien soveltaminen käytäntöön

Laskelmien tuloksia sovellettiin käytännössä määrittämällä tilauspisteet ja minimitalauserät tuotteille, joilla niitä ei ollut. Tuotteet olivat lähinnä marginaalituotteita ja olivat ilmeisesti siksi jäänet huonolle hoidolle. Tuotteita oli 1176. Tarkoitus oli nostaa palvelustetta, mutta kuitenkin niin että varaston arvo ei kasvaisi turhaan.

Määrittäessäni näitä arvoja käytettiin hyväksi laskemiani optimitilauseriä, tilauspisteitä sekä varmuusvarastoja. Kuitenkaan en voinut suoraan hyödyntää tilauspistelaskelmien tuloksia suoraan. Laskin tilauspisteet sekä tämän vuoden koko myynnin (1.1.2011–21.7.2011) että viimeisen kahden kuukauden (25.05.2011–25.07.2011) myynnin avulla. Vertailin tuloksia ja määritin tilauspisteet. Tilauspisteisiin vaikutti myös tuotteen hinta, sillä kalliimmilla tuotteilla kynnys varastoida on isompi. Optimitilauserät määritin samalla tavalla, mutta pystyin paremmin hyödyntämään työssä laskettuja arvoja.

Ostoerät ja tilauspisteet abc-analyysi luokittain

Myöhemmin laskettiin myös abc-analyysin pohjalta tehdyn luokittelun mukaan jokaiselle yhdistetylle abc-analyysi luokalle omat tilauspisteet sekä tilauseräkoot. Laskettuja optimiostoeriä abc-analyysiluokittain tullaan käyttämään tulevaisuudessa. NAS:n varasalogistikot ajavat tulokset Proteus-järjestelmään. Tarkoituksena on käyttää nimenomaan päivinä laskettuja arvoja. Proteus-varastonjärjestelmässä on ominaisuutena mahdollisuus määrittää ostoerä ja tilauspiste päivinä. Tämä on erittäin hyödyllistä NAS:n varaston tapauksessa, koska tuotteiden menekki on vaihtelevaa.

13 Kausiluonteiset tuotteet

Nordic Automotive Services Oy:ssa tulisi ottaa tutkimuksen myös kausiluonteisten tuotteiden oston- ja varastoinnin hallinta. Tällä hetkellä ei ole mahdollista eritellä riittävän hyvin niitä tuotteita, joilla on kausiluonteista kysyntää, jotta voitaisiin laskea näille tuotteille kysyntäpiikkien alla isommat ostoerät ja tilauspisteet keskitetysti.

Esimerkiksi ilmastointituotteet olisi hyödyllistä saada eriteltyä automalleittain, jotta uusien ja suosittujen automallien ilmastoinnin varaosia voitaisiin ostaa varastoon ennen kesäkauden alkua. Tällä hetkellä työ tehdään manuaalisesti tuotteita tarkastelemalla ja pahimmassa tapauksessa liian myöhään, kun tuotteiden kysyntä on jo kasvanut räjähdysmäisesti. Tulisi tutkia olisiko Ranskasta Renaultilta tai Ruotsista mahdollista saada tiedostoa jossa olisi luettelo suhteellisen uusien automallien ilmastointi tuotteista. Tilauspisteiden ja tilauserien lasku käy nopeasti mutta tuotteiden löytäminen on ongelma.

Sama tilanne on talvella lohkolämmittimien, sisälämmittimien sekä polttoainekäyttöisten lisälämmittimien kohdalla. Niiden tilanne on tällä hetkellä kuitenkin parempi koska ne tilataan Calix:lta ja tuotteita on huomattavasti vähemmän, joten niitä on helpompi käsitellä ja tilata varastoon ennakolta.

14 Yhteenveto

Tutkimuksen tarkoituksena oli Nordic Automotive Service Oy:n toimittaman vuoden 2010 myyntidatan pohjalta tehdä varastoitaville tuotteille abc-analyysi sekä laskea optimitilauserä koko, varmuusvarasto ja tilauspiste. Näiden laskelmien perusteella tehtiin myös ehdotuksia varaston optimoimiseksi.

Abc-analyysi tehtiin Excel-taulukko-ohjelmalla ja se onnistui hyvin. Analyysin perusteella pystyttiin erottelemaan yrityksen myydyimmät tuotteet sekä tuotteet, joilla ei ollut lainkaan myyntiä.

Työssä saatiin laskettua varsin hyvin optimitilauserä koko, joskin ongelmana oli kustannusten todentaminen. Kustannuksia oli vaikea selvittää tarkasti mutta lopulta päästiin tarvittavan tarkkaan laskelmaan, jolla saatiin laskettua EOQ-kaavaa käyttämällä tilauseräkoot luokittain, jotka käytännön testeissä osoittautuivat varsin paikkansapitäviksi.

Varmuusvaraston laskemisessa ongelmaksi osoittautui datan epäluotettavuus. Eri kuukausien myynti heitteli enemmän kuin mitä todellisuudessa on uskottavaa. Tästä johtuen laskettaessa normaalilla kaavalla varmuusvarastoa nousi standardipoikkeama liian suureksi, mikä taas nosti laskettujen varmuusvarastojen arvot käytännön kannalta liian suuriksi. Standardi poikkeaman suuret arvot johtuivat siitä, että annetussa lähdeaineistossa myynnit vaihtelevat suuresti. Vaihtelu on niin suurta että on aiheellista epäillä aineiston luotettavuutta. Päädyttiinkin käyttämään tapaa kaksi, yksinkertaistettua tapaa laskea varmuusvarasto, ja nämä tulokset osoittautuivat käytännön kannalta huomattavasti paremmiksi.

Tilauaspiste lasketaan varmuusvaraston arvojen perusteella, joten ongelmakin oli sama: datan epäluotettavuus. Käytettäessä yksinkertaistetulla tavalla laskettuja arvoja varmuusvarastoista saatiin kuitenkin arvoja joita pystyttiin käyttämään.

Työn tuloksia käytettiin tuotteisiin joille ei ollut vielä asetettu minkäänlaista tilauspistettä eikä tilauseräkkoa. Lisäksi määriteltiin tilauspisteet ja tilauseräkoot päivinä Proteus-varastonohjausjärjestelmään.

Lähteet

Holappa, Petri. 28.11.2007. Tilauserän koon optimointi EOQ-mallin avulla huomioiden myös paljousalennukset ja tilarajoitteet. Espoo: Teknillinen korkeakoulu. Systeemianalyysin laboratorio, Mat-2.108, sovelletun matematiikan erikoistyö. <<http://www.sal.tkk.fi/publications/pdf-files/ehol07.pdf>> Luettu 28.10.

Karrus, Kaij E. 2001. Logistiikka. Helsinki : WSOY, 2001.

Niiranen, Katri. 20.03.2008. Nimikkeiden luokittelu ja luokittelun hyödyntäminen varastonohjauksessa. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, kauppatieteellinen tiedekunta.

<<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/37389/nbnfi-fe200804171237.pdf?sequence=3>> Luettu 28.10.

Renaultin uusi maahantuoja Suomessa aloitti toimintansa marraskuun alussa. 3.11.2010. Verkkodokumentti. Tuulilasi-verkkotoimitus. <<http://www.tuulilasi.fi/artikkelit/renaultin-ja-dacian-uusi-maahantuoja-aloitti-toimintansa>>. Luettu 19.5.2011.

Renault-uutiset. 3.1.2011. Verkkodokumentti. Nordic Automotive Services. <http://www.renault.fi/ajankohtaista/-/asset_publisher/4Rw3/content/id/20275;jsessionid=2B4151624FE323152D4777F26F544E5C>. Luettu 19.5.2011.

Riggs, James. 1989. Production Systems: Planning, Analysis, and Control. New York, John Wiley & sons

Sakki, Jouni. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta : B2B vähemmällä enemmän / Jouni Sakki. Espoo : Jouni Sakki

Varastohallinnan kehittäminen. 2009. Verkkodokumentti. Suomen kuljetusopas. <<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kehittaminen/>>. Luettu 26.5.2011.

50 myydyintä tuotetta ja niiden myynti 02.2010–01.2011

Reference	Sales total	Avg/month	1/2011	12/2010	11/2010	10/2010	9/2010	8/2010	7/2010	6/2010	5/2010	4/2010	3/2010	2/2010
8200641648	19023	1585,25	872	474	1210	2551	1424	833	715	3668	2584	2739	0	1953
7700500155	11278	939,83	800	823	686	2859	999	841	821	610	957	934	0	948
7711428132	10550	879,17	762	795	813	2340	760	820	420	620	980	1080	0	1160
7700274177	8534	711,17	479	661	685	1854	720	634	495	561	733	861	0	851
8200765882	5185	432,08	282	345	254	736	227	125	141	1038	762	807	0	468
7703077225	4480	373,33	180	263	550	1180	468	93	440	136	205	665	0	300
7703077435	4241	353,42	405	235	391	990	320	240	160	220	370	440	0	470
7703062062	4144	345,33	341	276	173	1297	201	390	402	270	254	240	0	300
7700106271	3891	324,25	128	283	280	531	401	216	270	251	346	800	0	385
7700274026	3840	320,00	118	284	245	503	348	231	304	313	343	779	0	372
8200768913	3543	295,25	147	161	167	514	357	146	137	690	481	513	0	230
054000001R	2500	208,33	248	104	224	753	169	190	114	64	188	287	0	159
8200610460	2389	199,08	164	140	366	1030	230	39	17	64	22	92	0	225
8200582675	2114	176,17	86	67	147	281	203	87	115	199	163	595	0	171
8200768927	2064	172,00	155	68	120	239	252	80	90	356	215	352	0	137
7703033146	1936	161,33	10	20	13	84	97	151	465	572	364	160	0	0
7700827178	1776	148,00	177	133	109	264	149	211	199	116	175	154	0	89
403000068R	1747	145,58	320	170	244	212	205	2	43	160	71	80	0	240
7703034244	1665	138,75	71	138	95	526	129	117	100	94	184	108	0	103
8200257642	1552	129,33	62	72	114	306	148	186	143	115	154	172	0	80
7701055109	1539	128,25	63	100	131	303	144	132	126	110	115	169	0	146
8200371661	1451	120,92	127	102	105	263	186	121	121	88	120	132	0	86
8200362442	1387	115,58	75	91	114	286	104	162	97	82	145	79	0	152
7701474448	1339	111,58	105	79	81	251	178	48	75	79	155	131	0	157
7701477023	1304	108,67	44	41	144	141	155	81	94	87	110	287	0	120
7701477014	1296	108,00	40	49	67	304	94	48	74	44	115	371	0	90
7701049049	1262	105,17	106	60	135	324	126	60	56	72	133	101	0	89
7701056814	1195	99,58	89	55	56	311	105	77	86	95	83	134	0	104
8200673202	1194	99,50	31	38	33	165	175	189	163	217	117	54	0	12
8200821813	1168	97,33	38	22	34	122	83	69	71	250	198	214	0	67
8200043899	1162	96,83	86	128	148	326	92	28	52	32	69	98	0	103
8200662185	1158	96,50	46	24	86	271	79	24	58	214	127	174	0	55
4939031089	1134	94,50	0	0	0	80	40	110	490	300	20	0	4	90
7711429045	1125	93,75	4	15	105	1	0	0	500	0	0	500	0	0
7701038296	1048	87,33	72	47	65	410	90	64	34	36	92	90	0	48
7711426048	1008	84,00	0	0	0	0	0	0	0	36	972	0	0	0
7701048749	968	80,67	56	58	89	159	98	114	64	59	54	103	0	114
7701050319	950	79,17	31	48	111	171	96	94	55	61	82	81	0	120
8200431051	935	77,92	31	68	67	201	89	109	64	49	77	100	0	80
7701065917	928	77,33	37	46	114	328	70	10	46	40	156	32	0	49
7701478029	889	74,08	74	46	73	187	89	49	51	81	111	74	0	54
7701055110	880	73,33	41	64	19	209	98	56	70	38	98	84	0	103
8200833541	879	73,25	28	34	30	136	20	43	29	161	129	211	0	58
403000026R	872	72,67	85	0	84	212	42	1	44	200	0	0	0	204
8200850092	858	71,50	15	2	15	144	55	39	37	201	159	141	0	50
7703497348	854	71,17	90	30	40	440	0	44	31	25	70	20	0	64
7701207667	844	70,33	68	66	79	140	123	78	33	52	73	58	0	74
7701064237	836	69,67	37	55	68	105	116	64	119	66	70	63	0	73